
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2010/2011

April/May 2011

EBB 222/4 – Physical Metallurgy **[Metalurgi Fizikal]**

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains SEVEN printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SEVEN questions.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]

Instruction: Answer **FIVE** questions. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab **LIMA** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

In the event of any discrepancies, the English version must be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

1. [a] Draw a graph to explain energy changes involved in the formation of nucleus during cooling of a molten metal to room temperature. Explain the importance of these energy changes to the microstructure of cast metal.

Lukiskan satu graf untuk menerangkan perubahan tenaga yang terlibat semasa pembentukan nukleus ketika penyejukan leburan logam ke suhu bilik. Terangkan kepentingan perubahan tenaga ini terhadap mikrostruktur logam tuang.

(50 marks/markah)

- [b] Describe the importance of Schmid Factor in predicting dislocation motion in metals. Explain the factors that control plastic deformation in single crystalline and polycrystalline metals.

Perihalkan kepentingan Faktor Schmid dalam meramalkan pergerakan kehelan dalam logam. Terangkan faktor-faktor yang mengawal ubahbentuk plastik dalam logam hablur tunggal dan polihablur.

(50 marks/markah)

2. [a] Give general definition of stainless steel and state the three classes of stainless steel. Explain why austenitic stainless steel is the most corrosion resistance.

Beri definasi umum keluli tahan karat dan nyatakan tiga klasifikasi keluli tahan karat. Jelaskan mengapa keluli tahan karat austenitik merupakan keluli tahan karat yang paling tahan terhadap kakisan.

(35 marks/markah)

- [b] List the outstanding properties of aluminium alloy which makes it useful for automotive and aerospace applications. Gives examples of the applications.

Senaraikan sifat-sifat utama yang ada pada aloi aluminium yang menjadikannya berguna untuk aplikasi automotif dan angkasa lepas. Berikan contoh-contoh penggunaannya.

(25 marks/markah)

- [c] Describe the decomposition of microstructure after aging of supersaturated solid solution Al-4%Cu.

Jelaskan penguraian mikrostruktur selepas penuaan larutan pepejal terpepung lampau aloi Al-4%Cu.

(40 marks/markah)

3. [a] Assume that you are adding an impurity (second element) to a host metal at high temperature. Estimate the possible metal types that could be formed with an aid of a binary diagram of any system. Differentiate these possible metal types according to their definitions, crystal structure, microstructure and properties.

Andaikan anda menambah satu bendasing (unsur kedua) ke dalam logam perumah pada suhu tinggi. Ramalkan jenis-jenis logam yang akan terbentuk dengan berbantuan gambarajah fasa binari sebarang sistem. Bezakan jenis-jenis logam ini berdasarkan definisi, struktur hablur, mikrostruktur dan sifat-sifat.

(40 marks/markah)

- [b] Demonstrate and explain why at 727°C, the solubility of C in FCC Fe is 0.77% while solubility of C in BCC Fe at room temperature is 0.022%. Given that lattice parameter of BCC and FCC iron are 2.866Å and 3.654Å, respectively.

Tunjukkan dan terangkan mengapa pada suhu 727°C, keterlarutan C dalam Fe KBM ialah 0.77% manakala keterlarutan C dalam Fe KBJ pada suhu bilik adalah 0.022%. Diberi parameter kekisi besi KBJ dan besi KBM adalah 2.866Å dan 3.654Å.

(30 marks/markah)

- [c] Describe ordering-disordering transition and the influence on hardness and electrical conductivity of Cu-Zn alloy.

Perihalkan peralihan tertib-tidak tertib dan pengaruhnya terhadap kekerasan dan kekonduksian elektrik aloi Cu-Zn.

(30 marks/markah)

4. [a] Describe the main steps in steelmaking process.

Jelaskan langkah-langkah utama dalam proses penghasilan keluli.

(25 marks/markah)

- [b] List down the three important tests for high temperature studies.

Senaraikan tiga jenis ujian utama untuk kajian pada suhu tinggi.

(25 marks/markah)

- [c] Define creep. Explain why is this property important for high-temperature application? Sketch a typical creep curve for a metal under constant load and indicate on it all the three stages of creep.

Takrifkan rayapan. Mengapa sifat ini penting untuk aplikasi pada suhu-tinggi? Lukiskan keluk rayapan tipikal untuk logam di bawah beban malar dan tunjukkan pada keluk tersebut ketiga-tiga peringkat rayapan.

(50 marks/markah)

5. [a] Metal deformation can be categorised into several techniques namely cold, warm and hot working. Give each of their definitions and condition to perform such deformation techniques.

Ubahbentuk bahan boleh dikategorikan kepada beberapa teknik seperti kerja sejuk, suam dan panas. Berikan definasi setiapnya dan keadaan untuk menjalankan teknik ubahbentuk tersebut.

(30 marks/markah)

- [b] In cold working process, material deformation will change the properties of the cold worked component. Sketch and explain the changes in the microstructure and its effect to the mechanical properties of the cold worked component.

Dalam proses kerja sejuk, ubahbentuk bahan akan menukarkan sifat-sifat, mikrostruktur bagi komponen terkerja-sejuk tersebut. Lakar dan terangkan perubahan yang berlaku dalam mikrostruktur dan kesannya terhadap sifat mekanikal komponen terkerja-sejuk.

(35 marks/markah)

- [c] With the application of proper time-temperature on cold worked material, microstructure and properties can be an optimised design for certain application. Determine the reason for these changes based on Hall Petch relationship.

Dengan penggunaan suhu-masa yang betul bagi bahan terkerja-sejuk, mikrostruktur dan sifat-sifat bahan boleh dioptimumkan rekabentuknya untuk aplikasi tertentu. Tentukan sebab perubahan ini berdasarkan perhubungan Hall-Petch.

(35 marks/markah)

6. [a] Define and discuss the following reactions for iron-iron carbide phase diagram (Fe – Fe₃C):
- (i) Peritectic reaction.
 - (ii) Eutectic reaction.
 - (iii) Eutectoid reaction.

Takrif dan bincangkan tindakbalas berikut untuk gambarajah fasa besi-besi karbida (Fe – Fe₃C):

- (i) *Tindakbalas peritektik.*
- (ii) *Tindakbalas eutektik.*
- (iii) *Tindakbalas eutektoid.*

(30 marks/markah)

- [b] Based on Fe- Fe₃C phase diagram, plot a schematic diagram and label the eutectoid region with proper nominations. Show the temperature, composition, transformation lines and phases involved.

Berdasarkan gambarajah fasa Fe-Fe₃C, plotkan rajah skematik dan tunjukkan label pada kawasan eutektoid dengan penamaan yang betul. Tunjukkan suhu, komposisi, garis-garis trasformasi dan fasa-fasa yang terlibat.

(40 marks/markah)

...7/-

- [c] You are given one hyper-eutectoid steel with 0.95% carbon. This steel being heated at austenitic temperature and slow cooled in furnace. From your plot of Fe-Fe₃C diagram on section (b), estimate the austenitic temperature and the phases present.

Anda diberikan satu keluli hiper-eutektoid dengan 0.95% karbon. Keluli ini dipanaskan pada suhu austenitik dan disejukkan secara perlahan di dalam relau. Daripada gambarajah Fe-Fe₃C yang anda plot dalam seksyen 6(b), jangkakan suhu austenitik dan fasa-fasa yang hadir.

(30 marks/markah)

7. [a] Explain why the hardness of test piece changes with the position tested for Jominy end test? Please use proper sketch in your explanation.

Kenapa kekerasan bagi kepingan ujian akan berubah dengan kedudukan teruji dalam ujian hujung Jominy? Gunakan lakaran yang bersesuaian dalam penerangan anda.

(30 marks/markah)

- [b] Describe the basic steps in heat treatment?

Jelaskan langkah-langkah asas dalam rawatan haba?

(30 marks/markah)

- [c] Rapid quenching heat treatment on 1080 steel will cause the steel to become very brittle. Suggest proper heat treatment cycle to overcome this brittleness with acceptable properties.

Rawatan haba pelindap-kejutan pantas ke atas keluli 1080 akan menyebabkan keluli menjadi amat rapuh. Cadangkan kitaran rawatan haba yang betul untuk mengatasi kerapuhan ini dengan sifat-sifat yang boleh diterima.

(40 marks/markah)